

INDUKSI AKAR TUNAS KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) SECARA *IN VITRO* DAN *EX VITRO*

Root Induction of Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq.) Using In Vitro and Ex Vitro Techniques

ROSSA YUNITA^{1)*}, IKA MARISKA²⁾, RAGAPADMI PURNAMANINGSIH¹⁾, ENDANG GATI LESTARI¹⁾, dan SRI UTAMI¹⁾

¹⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No. 3 A Bogor 16111

²⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

Jl. Tentara Pelajar No. 1 Bogor 16111

E-mail: rossa_yunita@yahoo.com

Diterima: 5-1-2016; Direvisi: 10-2-2016; Disetujui: 24-2-2016

ABSTRAK

Induksi perakaran merupakan tahapan penting dalam proses perbanyakan tanaman melalui teknik kultur jaringan. Untuk induksi akar umumnya digunakan ZPT Auksin, yang mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman khususnya pada tahap inisiasi akar. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan metoda yang tepat untuk induksi akar secara *in vitro* maupun *ex vitro*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial, yang terdiri atas tiga kegiatan utama yaitu: (1) induksi perakaran pada media padat, dengan perlakuannya adalah kombinasi konsentrasi NAA (2 dan 4 mg/l) dan konsentrasi IBA (1, 2, 3 dan 4 mg/l) dengan 5 ulangan; (2) induksi perakaran pada media cair, dengan perlakuannya adalah konsentrasi NAA (0, 3 dan 6 mg/l), setiap perlakuan diulang lima kali, dan (3) induksi perakaran secara *ex vitro*, dengan perlakuannya adalah konsentrasi rootone F atau IBA (20, 40 dan 60 mg/l) dengan 5 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media terbaik untuk induksi akar secara *in vitro* pada media padat adalah MS + NAA 4 mg/l + IBA 4 mg/l, sedangkan pada media cair adalah MS + NAA 6 mg/l. Induksi perakaran secara *ex vitro* memberikan hasil keberhasilan aklimatisasi 60% dengan perendaman pangkal tunas dalam larutan NAA 40 mg/l dan 60 mg/l selama 1 jam.

Kata kunci: *Elaeis guineensis* Jacq., *Ex Vitro*, IBA, NAA

ABSTRACT

Root induction is an important step in the process of propagation of plants through tissue culture techniques. For root induction commonly used plant growth regulator auxin, which has an important role in plant growth and development, especially at the stage of root initiation. The purpose of this study is to obtain appropriate methods for root induction of oil palm *in vitro* and *ex vitro*. The experiment used completely randomized factorial design, consisted of three main activities: (1) Induction of rooting on solid media, using combinations of NAA (2 and 4 mg/l) and IBA (1, 2, 3 and 4 mg/l) concentrations with 5 replications; (2) Induction of rooting the liquid media, using three concentrations of NAA (0, 3 and 6 mg/l), each treatment was replicated 5 times; (3) Induction of rooting *ex vitro*, using rootone F or IBA (20, 40 and 60 mg/l) with 5 replications. Results indicated that the best medium for *in vitro* root induction on solid media was MS + NAA 4 mg/l IBA + 4 mg/l, while for liquid media was MS + NAA 6 mg/l. *Ex vitro* rooting induction showed 60% success of acclimatization by soaking *vitro* shoots base in NAA solution 40 mg/l and 60 mg/l for 1 hour.

Keywords: *Elaeis guineensis* Jacq., *ex vitro*, IBA, NAA

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan benih kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terus meningkat karena perluasan areal tanaman dan replanting tanaman yang sudah berumur tua. Teknik kultur *in vitro* melalui embriogenesis somatik tanaman elit kelapa sawit yang berproduksi tinggi merupakan salah satu teknologi yang potensial untuk diterapkan dalam rangka pengadaan benih kelapa sawit. NG *et al.* (2003) melaporkan bahwa teknologi tersebut dapat diterapkan untuk meningkatkan produksi, karena benih klonal hasil mikropopagasi secara nyata mampu meningkatkan daya hasil tandan buah (kg/pohon). Selain itu, teknik kultur jaringan mempunyai keunggulan, yaitu mampu menghasilkan benih secara masal dalam waktu yang relatif singkat, seragam, memiliki sifat yang identik dengan induknya, dan masa non produktif yang lebih singkat.

Penelitian mengenai kultur *in vitro* kelapa sawit telah banyak dilakukan, dimulai lebih dari 3 dekade yang lalu (STEINMACHER *et al.*, 2007). Namun demikian, masih terdapat beberapa kendala diantaranya adalah persentase plantlet yang mampu membentuk akar yang sempurna masih rendah. Sedangkan keberhasilan pada tahap aklimatisasi sangat dipengaruhi oleh pola perakaran yang baik. Plantlet yang telah memiliki sistem perakaran yang baik akan lebih cepat tumbuh dan berkembang saat diaklimatisasi (HAZARIKA, 2003). KONAN *et al.* (2007) menggunakan tiga plantlet kelapa sawit per tabung kultur pada medium padat dengan NAA 1 mg/L yang menghasilkan persentase pembentukan akar terbaik sebesar 66%. Untuk produksi komersial, persentase pembentukan akar plantlet kelapa sawit ini masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menginduksi akar plantlet kelapa sawit *in vitro* sebelum aklimatisasi.

Auksin merupakan zat pengatur tumbuh yang mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Secara umum auksin berperan

dalam proses pembelahan sel, pemanjangan dan diferensiasi sel, serta sebagai sinyal antara sel, jaringan dan organ tanaman. Keberadaan auksin dalam medium akan mempengaruhi proses inisiasi dan pertumbuhan akar (MORRIS *et al.*, 2004). Kombinasi dan konsentrasi auksin yang tepat dalam media tumbuh merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan induksi akar dari tunas secara *in vitro* (NETO *et al.*, 2009). Penggunaan NAA dan IBA untuk menginduksi akar *in vitro* *Eucalyptus* hibrida antara *E. urophylla* dan *E. grandis* menghasilkan pembentukan akar 81% pada IBA 5 μ M yang dikombinasikan dengan NAA 12,5 μ M (NOURISSIER dan MONTEUUIS, 2008).

Pada tanaman kelapa sawit telah dilakukan penelitian pembentukan akar secara *in vitro*. NAA dan Paclobutrazol digunakan menginduksi akar secara *in vitro* plantlet kelapa sawit asal embrio somatik dengan pembentukan akar tertinggi mencapai 88% diperoleh pada perlakuan NAA 6 mg/l + paclobutrazol 9 mg/l (NIZAM dan TE-CHATO, 2009). RIYADI dan SUMARYONO (2010) melakukan induksi perakaran secara *in vitro* pada tanaman kelapa sawit mendapatkan keberhasilan yang tinggi (73,3%) untuk induksi akar dengan menggunakan kombinasi NAA dan IBA.

Beberapa laporan hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk induksi perakaran pada tunas *in vitro* pada kelapa sawit membutuhkan waktu yang relatif lebih lama, sehingga kurang efektif untuk menghemat dalam proses pengadaan benih (SUMARYONO dan RIYADI, 2011). Selain itu keberhasilan pertumbuhan tunas *ex vitro* sangat ditentukan oleh sistem perakaran plantlet. Pada penelitian ini dicobakan perakaran secara *ex vitro* yang akan meningkatkan efisiensi dalam perbanyakan tanaman kelapa sawit secara *in vitro*. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan metode yang tepat untuk induksi akar tunas kelapa sawit secara *in vitro* maupun *ex vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Unit Penyediaan Benih Unggul Pertanian, Badan Litbang Pertanian, mulai bulan Januari sampai Oktober 2014. Bahan tanaman yang digunakan adalah tunas *in vitro* kelapa sawit yang memiliki tinggi ± 5 cm. Penelitian terdiri atas tiga kegiatan yaitu: (1) induksi perakaran pada media padat, (2) induksi perakaran pada media cair, dan (3) induksi perakaran secara *ex vitro*.

Induksi Perakaran pada Media Padat

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi NAA (2 dan 4 mg/l) dan faktor kedua adalah konsentrasi IBA (1, 2, 3 dan 4 mg/l) dengan 5 ulangan. Tunas *in vitro* kelapa sawit yang digunakan memiliki tinggi ± 5 cm. Tunas tersebut disubkultur pada media MS yang diperkaya dengan NAA dan IBA dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan. Pada media MS ditambahkan sukrosa 3%, dan pH media diatur menjadi $5,7 \pm 0,1$ dengan menambahkan KOH atau HCl 0,1

N. Media dibuat padat dengan menggunakan agar 0,8%. Kultur diinkubasi dalam ruangan kultur dengan kondisi terang selama 16 jam dalam sehari dengan intensitas cahaya 1000-1400 lux dan suhu ruang kultur 25-27°C. Setiap perlakuan terdiri atas 5 botol sebagai ulangan. Dalam satu botol ditanam sebanyak satu tunas. Peubah yang diamati adalah jumlah dan panjang akar. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam, dan apabila terdapat pengaruh yang nyata kemudian dilakukan uji lanjut dengan Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Induksi Perakaran pada Media Cair

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan faktor tunggal yaitu konsentrasi NAA (0, 3, dan 6 mg/l) dengan 5 ulangan. Pada pra penelitian yang telah dilakukan dengan perlakuan NAA 3 dan 6 mg/l menunjukkan respon tunas mampu menginisiasi bakal akar. Bahan tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah tunas *in vitro* kelapa sawit yang memiliki tinggi ± 5 cm. Media yang digunakan adalah media MS dalam bentuk cair yang ditambahkan sukrosa 3%, dan pH media diatur menjadi $5,7 \pm 0,1$ dengan menambahkan KOH atau HCl 0,1 N. Peubah yang diamati jumlah dan panjang akar serta penampilan biakan (normal atau tidak normal).

Induksi Perakaran Secara Ex Vitro

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan faktor tunggal yaitu konsentrasi rootone F atau NAA (20, 40 dan 60 mg/l) dengan 5 ulangan. Bahan tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah tunas *in vitro* yang belum berakar dan memiliki tinggi ± 5 cm. Untuk mendukung pertumbuhan tunas *in vitro* pada proses aklimatisasi dilakukan dengan menginduksi perakaran dengan cara perendaman dalam larutan Rootone F atau IBA (20, 40 dan 60 mg/l) selama 1 jam kemudian aklimatisasi di rumah kaca. Media tanam yang digunakan untuk aklimatisasi adalah campuran tanah, kompos dan pasir dengan perbandingan 1:1:1. Parameter yang diamati yaitu persentase tanaman yang hidup dan kondisi biakan. Data yang diperoleh dianalisis dengan membandingkan nilai rata-rata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Induksi Perakaran pada Media Padat

Pada umur biakan 6 minggu setelah tanam menunjukkan bahwa pada berbagai kombinasi perlakuan auksin NAA dengan IBA biakan sudah dapat membentuk akar dan mengalami pemanjangan. Hasil percobaan induksi perakaran tunas *in vitro* kelapa sawit pada media padat dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi antara NAA dan IBA memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah akar dan panjang akar.

Tabel 1. Induksi dan pemanjangan akar pada berbagai perlakuan kombinasi NAA dan IBA pada media MS, 6 minggu setelah tanam

Table 1. Induction and elongation of roots on combination treatments of NAA and IBA on MS medium, 6 weeks after culture

Perlakuan/Treatment (mg/l)	Jumlah akar/ Number of roots	Panjang akar/Root length (cm)	Penampilan biakan/Culture appearances
NAA 2 IBA1	0,00 a	0,00 a	-
NAA 2 IBA2	0,00 a	0,00 a	-
NAA 2 IBA3	0,00 a	0,00 a	-
NAA 2 IBA4	0,60 a	0,34a	Tegar, daun hijau
NAA 4 IBA1	1,10 b	0,96ab	Tegar, daun hijau
NAA 4 IBA2	1,70 b	1,08b	Tegar, daun hijau
NAA 4 IBA3	1,90 b	1,22b	Tegar, daun hijau
NAA 4 IBA4	2,90 c	1,28b	Tegar, daun hijau

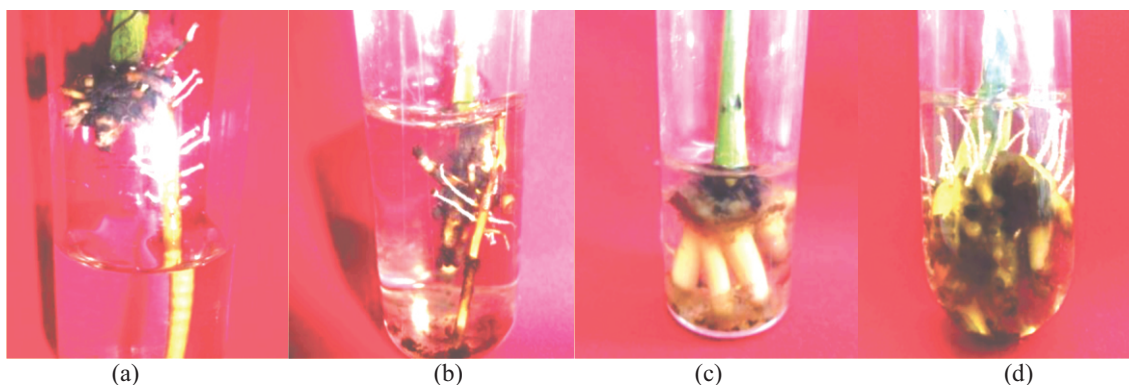
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama pada satu kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji jarak berganda Duncan.

Note: Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level based on Duncan's multiple range test

Pada perlakuan kombinasi NAA konsentrasi 2 mg/l dan IBA hingga 3 mg/l tidak ada satu pun tunas yang mampu menginduksi terbentuknya akar. Hal ini diduga karena translokasi IBA lebih lambat dari pada NAA, sehingga konsentrasi IBA yang rendah dikombinasi dengan NAA yang rendah menyebabkan tunas tidak mampu membentuk akar. Akar mulai terbentuk pada perlakuan kombinasi NAA 2 mg/l dan IBA 4 mg/l dengan rerata jumlah akar 0,6 dan panjang akar berkisar antara 0,34 cm. Jumlah akar paling banyak (2,9) dan paling panjang berasal dari perlakuan NAA 4 mg/l dan IBA 4 mg/l. Pada Tabel 1 juga menunjukkan bahwa akar dapat terinduksi pada perlakuan NAA 4 mg/l dan IBA 1 mg/l salah satu harus tinggi untuk merangsang pembentukan akar. Hal ini menunjukkan inisiasi kelapa sawit membutuhkan konsentrasi NAA atau IBA yang relatif tinggi. Perlakuan kombinasi NAA dan IBA dapat meningkatkan persentase

pembentukan akar planlet kelapa sawit. Hal ini juga telah diperoleh pada penelitian RIYADI dan SUMARYONO (2010) dimana persentase induksi akar tertinggi dicapai pada perlakuan kombinasi NAA 10 μ M dan IBA 20 μ M yakni sebesar 73,3%. Hasil ini juga sama yang diperoleh NOURISSIER and MONTEUUIS (2008) dalam menginduksi akar secara *in vitro* tanaman *Eucalyptus* sp. menggunakan kombinasi NAA 12,5 μ M dan IBA 5 μ M.

Kedua zat pengatur tumbuh tersebut (IBA dan NAA) telah melakukan mekanisme fisiologis saling bersinergi untuk memacu perakaran. Disamping itu, telah terbentuknya tunas dengan beberapa daun maka biosintesa auksin alami (IAA) telah terjadi pada meristem terminal dan sel-sel muda lainnya. Auksin alami tersebut kemudian ditranslokasi secara basipetal dan berinteraksi dengan auksin sintetik yang diberikan dalam media sehingga perakaran dapat terjadi dengan waktu yang relatif cepat.



Gambar 1. Penampilan akar yang berbeda pada media cair MS yang diberi perlakuan kombinasi NAA dan IBA dengan konsentrasi yang berbeda, a) akar tunggang yang memanjang (MS + NAA 4mg/l + IBA 4mg/l), b) akar tunggang dengan akar serabut (MS + NAA 4mg/l + IBA 3mg/l), c) akar pendek dan tebal (MS + NAA 4mg/l + IBA 2mg/l), d) akar tebal dan bercabang (MS + NAA 4mg/l + IBA 1mg/l)

Figure 1. The appearance of different roots in a liquid medium MS treated with combinations of NAA and IBA with different concentrations, a) extended taproot (MS + NAA 4mg/l + IBA 4mg/l), b) taproot with fibrous roots (MS + NAA 4mg/l + IBA 3mg/l), c) short and thick roots (MS + NAA 4mg/l + IBA 2mg/l), d) thick and branched roots (MS + NAA 4mg/l + IBA 1mg/l)

Penampilan akar ternyata memiliki pola yang berbeda (Gambar 1), ada yang mempunyai akar tunggang yang memanjang dengan cepat (Gambar 1a), bahkan sudah ada yang membentuk akar serabut (Gambar 1b). Disamping itu, ada akar yang pendek dan tebal (Gambar 1d), dan ada pula yang tebal bercabang tergantung pada formulasi media dan kondisi tunas/struktur bipolar yang digunakan. Hasil penelitian ROSTIANA dan SESWITA (2007) pada tanaman *Piretrum* (*Chrysanthemum cinerariifolium*) menunjukkan hasil yang sama dimana penambahan NAA memperlihatkan karakteristik akar gemuk pada dosis di atas 0,4 mg/l, dan cenderung membentuk serat pada dosis 0,2 mg /l.

Induksi Perakaran pada Media Cair

Pada percobaan ini digunakan media cair yang bertujuan untuk memperluas bidang serapan eksplan dalam menyerap unsur hara. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi antara NAA dan IBA memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah akar dan panjang akar. Penggunaan media cair yang diberi perlakuan NAA hingga 3 mg/l belum membentuk akar pada tunas *in vitro* kelapa sawit. Peningkatan konsentrasi NAA 6 mg/l baru mampu membentuk akar kelapa sawit dengan rerata jumlah akar 1,8 dan rerata panjangnya 1,15 cm (Tabel 2).

Penggunaan media cair dapat lebih mempercepat pembentukan akar walaupun perlakuan auksin diberikan secara tunggal. Kondisi ini disebabkan karena dengan penggunaan media cair, nutrisi dan zat pengatur tumbuh dapat diserap dengan cepat dan kontak antara biakan dengan media akan lebih tinggi. Dengan demikian walaupun auksin diberikan secara tunggal perakaran tetap dapat terjadi. Empat sampai enam minggu setelah tanam akar sudah mulai terlihat, terutama dari perlakuan media MS + NAA 6 mg/l dengan penampilan biakan terlihat tegar dan daun yang berwarna hijau tua. Penampakan akarnya terlihat normal dengan akar serabut sudah mulai terbentuk.

Dengan demikian pemberian auksin tunggal lebih efisien dari pada perlakuan kombinasi auksin. Penggunaan NAA untuk induksi akar pada tunas kelapa sawit juga dilakukan oleh NIZAM and TE-CHATO (2009); hasilnya perlakuan NAA 6 mg/l pada tunas *in vitro* memberikan hasil yang terbaik dengan rerata jumlah akar yang terbentuk sebanyak 2 akar/tunas.

Induksi Perakaran Secara *Ex Vitro*

Untuk memperpendek periode kultur *in vitro* dan meningkatkan efisiensi biaya produksi, maka tunas hasil *in vitro* diinduksi perakaran secara *ex vitro*. Dengan perendaman dalam larutan rootone F atau NAA, tunas dapat hidup sampai 6 minggu setelah tanam di rumah kaca. Kondisi ini dapat diasumsikan bahwa telah terjadi pembentukan dan pemanjangan akar. Disamping itu, penampilan benih terlihat tegar, daun yang berwarna hijau tua, dan terjadi penambahan daun muda sebanyak 1 sampai 2 helai dari setiap benih yang ditanam. Kondisi ini menunjukkan bahwa untuk perakaran, terdapat alternatif lain yang cukup menjanjikan yaitu dengan cara perakaran *ex vitro*. Hal yang sama juga diperoleh SUMARYONO dan RIYADI (2011); bahwa induksi perakaran tunas *in vitro* kelapa sawit secara *ex vitro* dengan perendaman pada larutan NAA 2 mM dapat menginduksi akar pada tunas *in vitro* kelapa sawit sebesar 42%.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan perlakuan perendaman dalam larutan NAA memberikan respon yang baik untuk induksi perakaran secara *ex vitro*. Pada beberapa spesies tanaman berkayu seperti *Rotula aquatic*, pemberian 2,69 mg/l dapat menginduksi rata-rata 5,6 akar/tunas (MARTIN, 2003) dan pada tunas *R. ponticum* yang dicelupkan dalam larutan NAA 1 g/l selama 2 menit menghasilkan 96% tunas berakar dan rata rata jumlah akar 6,2 akar/tunas (ALMEIDA *et al.*, 2005).

Tabel 2. Induksi dan pemanjangan akar pada media MS cair + NAA, 4 minggu setelah tanam
Table 2. Induction and elongation of roots in liquid MS medium + NAA, 4 weeks after planting

Perlakuan/Treatment (mg/l)	Jumlah akar/ Number of roots	Panjang akar/Root length (cm)	Penampilan biakan/Culture appearances
NAA 0	0,00 a	0,00 a	-
NAA 3	0,00 a	0,00 a	-
NAA 6	1,80 b	1,15 b	Tegar daun hijau

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama pada satu kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji jarak berganda Duncan
Note: Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level based on Duncan's multiple range test

Tabel 3. Pertumbuhan tunas *in vitro* tanpa akar setelah diaklimatisasi pada perlakuan rootone F dan NAA (6 minggu setelah tanam)

Table 3. The growth of shoots *in vitro* without roots after acclimatized following rootone F and NAA treatments (6 weeks after planting)

Perlakuan/Treatment (mg/l)	Tanaman hidup/Live plant (%)	Penampilan biakan/Culture appearances
Rootone F 20	20,00	Tegar, daun hijau
Rootone F 40	00,00	Tegar, daun hijau
Rootone F 60	40,00	Tegar, daun hijau
NAA 20	40,00	Tegar, daun hijau
NAA 40	60,00	Tegar, daun hijau
NAA 60	60,00	Tegar, daun hijau

Rootone F merupakan zat pengatur tumbuh golongan auksin yang telah lama digunakan pada berbagai jenis tanaman, antara lain tanaman tahunan berkayu untuk perakaran dan telah diperdagangkan secara komersial. Dengan konsentrasi Rootone F 40 mg/l tidak ada plantlet yang hidup. Kemungkinan struktur kecambah yang diaklimatisasi kondisinya tidak optimal untuk diakarkan, banyak kalus yang menutupi meristemoid (bakal akar). Hal ini disebabkan karena setiap individu yang berasal dari sel somatik pada regenerasi melalui jalur somatik embriogenesis dapat berbeda walaupun diperlakukan dengan perlakuan yang sama (DUVAL *et al.*, 1995).

Induksi perakaran secara *ex vitro* memiliki keunggulan dibandingkan perakaran secara *in vitro*. Perakaran secara *ex vitro* dilakukan untuk menyederhanakan protokol kultur jaringan dan untuk mengurangi biaya produksi (SHEKAFANDEH, 2007). Induksi perakaran secara *ex vitro* dan fase aklimatisasi dapat dilakukan pada saat yang bersamaan sehingga lebih efisien. Akar plantlet yang diproduksi secara *in vitro* biasanya sangat lemah dan tanpa akar rambut (HAZARIKA, 2006). Oleh karena itu, selama periode aklimatisasi awal, akar tidak berfungsi secara normal untuk mendukung tanaman sebagai penyangga atau peran fisiologis untuk serapan air dan nutrisi.

KESIMPULAN

Induksi dan pemanjangan akar kelapa sawit secara *in vitro* dengan perlakuan NAA 4 mg/l + IBA 4 mg/l pada media padat memberikan hasil yang terbaik, dengan rata-rata jumlah akar sebanyak 2,9 dan panjang 1,28 cm pada umur 8 minggu setelah tanam. Pada media MS cair yang diberi NAA 6 mg/l akar lebih cepat terbentuk (4 minggu setelah tanam) dengan rata-rata jumlah akar sebanyak 1,8 dan panjang 1,15 cm. Induksi perakaran secara *ex vitro* memberikan keberhasilan aklimatisasi sebesar 60%, dengan perendaman dalam larutan NAA 40 mg/l dan 60 mg/l selama 1 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- ALMEIDA, R., S. GONCALVES, and A. ROMANO. 2005. In vitro micropropagation of endangered *Rhododendrum ponticum* L. subsp. Baeticum (Boissier & Reuter) Handel-Mazzetti. *Biodivers. Conserv.* 14(5): 1059-1069.
- CORLEY, R.H.V., J.N. BARRET, and L.H. JONES. 1977. Vegetative propagation of oil palm via tissue culture. *Oil Palm News*. 22: 2-8.
- DUVAL Y, F. ENGLMAN, and T. DURRAT-GASSELIN. 1995. Somatic embriogenesis in oil palm. In Y.P.S. Bajaj (Ed) *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. Vol 3a Somatic embriogenesis and synthetik seed. Springer. Berlin. P335-352.
- FATMAWATI dan G. GINTING. 2003. Kultur Jaringan Kelapa Sawit. Dalam: Modul Pembenihan Kelapa Sawit. PPKS. Hlm. III-1 – II-17.
- HAZARIKA, B.N. 2003. Acclimatization of tissue cultured plant. *Cuvr Sci.* 85(2): 1704-1712.
- HAZARIKA, B.N. 2006. Morpho-physiological disorder in in vitro culture of plants. *Sci. Hort.* 108(2): 105-120.
- IBRAHIM, K., K.B. ALROMAIHI and K.M.S. ELMEER. 2009. Influence of different media on in vitro roots and leaves of date palm embryos Cvs. Kapkap and Tharlah. *American Eurasian J Agric & Environ* 6(1), 100-103.
- KONAN, E.K., J.Y. KOUADIO, A. FLORI, T.D. GASSELIN and A. RIVAL. 2007. Evidence for an interaction effect during *in vitro* rooting of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) somatic embryo-derived plantlets. *In Vitro Cell Dev Biol Plant* 43, 456-466.
- MARTIN, K.P. 2003. Rapid in vitro multiplication and ex vitro rooting of *Rotula aquatic* L. Lour., a rare rheophytic woody medicinal plant. *Plant Cell Rep.* 21(5): 415-420.
- NETO, V.B.P., L.B. REIS, F.L. FINGER, R.S. BAROS, C.R. CARVALHO and W.C. OTONI. 2009. Involvement of ethylene in the rooting of seedling shoot cultures of *Bexa orellana* L. *In Vitro Dev Biol Plant* 45, 693-700.
- NG, S.K., K.C. THONG, C.H. KHAW, H.S.H. OOI, K.Y. LENG, P. KAYAROGANAM, H. VON UEXKULL, and R. HARDTER. 2003. Clonal oil palm: production, yield performance and nutritional requirements. In T. Fairhurst and R. Hardter (Eds.). *Oil Palm, Management for Large and Sustainable Yields*. Internatioanl Potash Institute. P. 99-114.
- NIZAM, K. and S. TE-CHATO. 2009. Optimizing of root induction in oil palm plantlets for acclimatization by some potent plant growth regulators (PGRs). *J Agri Technol* 5(2), 371-383.
- NOIRET, J.M. 1981. Application of *in vitro* culture-improvement and production of clonal material in the oil palm. *Oleagineux*. 36: 123-124.
- NOURISSIER, S., and O. MONTEUUIS. 2008. In vitro rooting of two *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* mature clones. *In Vitro Cell Dev Biol Plant* 44, 263-272.
- RABECHAULT, H., J.P. MARTIN, and S. CAS. 1972. Recherches sur la culture des tissus de palmier a huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Oleagineux*. 117: 73-76.
- RAJESH, M.K., E. RADHA, A. KARUN, and V.A. PARTHASARATHY. 2003. Plant regeneration from embryo-derived callus of oil palm-the effect of exogenous polyamines. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 75: 41-47.
- RIYADI, I., dan SUMARYONO. 2010. Pembentukan akar *in vitro* plantlet kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dalam medium cair dengan penambahan auksin. *Menara Perkebunan* 2010, 78(1), 19-24.
- ROSTIANA, O. and D. SESWITA. 2007. Pengaruh Indole Butyric Acid dan Naphtaleine Acetic Acid Terhadap Induksi Perakaran Tunas Piretrum (*Chrysanthemum*

- cinerariifolium* (Trevir.) Vis) Klon Prau 6 Secara In Vitro. Bul. Litro, 18(1): 39-48.
- SHEKAFANDEH, A. 2007. Effect of different growth regulators and sucrose of carbohydrates on in and ex vitro rooting of Iranian myrtle. Intl. J. Agric. Res. 2(2): 152-158.
- SMITH, W.K., and J.A. THOMAS. 1973. The isolation and *in vitro* cultivation of cells of *Elaeis guineensis*. Oleagineux. 28(3): 123-127.
- SUMARYONO, and I. RIYADI. 2011. Ex vitro rooting of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantlets derived from tissue culture. Indonesian Journal of Agricultural Science. 12(2), 2011: 57-62.
- STEINMACHER, D.A., C.R. CLEMENT, and M.P. GUERRA. 2007. Somatic embryogenesis from immature peach palm inflorescence explants: towards development of an efficient protocol. Plant Cell, Tiss. Org. Cult. 89(1): 15-22.